

## СЕКЦИЯ II МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

### КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОБУВНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ

В. Д. Борозна, Н. В. Цобанова

*Учреждение образования «Витебский государственный  
технологический университет», Республика Беларусь*

Научный руководитель А. Н. Буркин

На современном этапе экономического развития, характеризующемся ростом требований потребителей и глобализацией рынков, первостепенное значение приобретает решение задач повышения качества и конкурентоспособности продукции. В Республике Беларусь увеличился объем производства обуви с верхом из искусственной кожи (ИК) на 15 % в общем объеме выпуска обуви. Однако выбор ИК для наружных деталей верха обуви продолжает оставаться сложной задачей даже для белорусских лидеров обувного производства, поскольку отечественная промышленность их не производит, а применение современных импортных материалов сдерживается недостатком научно верифицируемых сведений о технологии их изготовления (составляет ноу-хау), структуре, технологических и эксплуатационных свойствах. Кроме того, существующий подход к оценке свойств ИК на этапе входного контроля не учитывает конструктивные особенности производимой обуви, технологические и эксплуатационные воздействия, что ведет к снижению качества выпускаемой продукции.

Таким образом, одной из важных и актуальных проблем, которую необходимо решить при поставке продукции на производство, является разработка научно обоснованных методов оценки технологической пригодности и прогнозирование эксплуатационных свойств ИК для заготовки верха обуви.

Для реализации поставленной задачи авторами была разработана комплексная методика оценки технологических и эксплуатационных свойств обуви с верхом из ИК на основе метода последовательных уступок, состоящая в оценке пригодности ИК с учетом технологических и эксплуатационных воздействий, позволяющая прогнозировать свойства материалов при ее производстве и носке.

При оценке свойств ИК могут возникнуть трудности с определением их пригодности для использования в производстве и эксплуатации, которые предлагается решать методом последовательных уступок. Задачу оценки пригодности материалов к использованию в производстве можно отнести к лексикографическим задачам оптимизации. Данный класс задач характеризуется набором строго ранжированных по важности параметров оптимизации. В данном случае параметры равнозначные и безразмерные, но упорядоченность их определяется в эволюционном плане: сначала оценка технологической пригодности, а затем оценка эксплуатационной пригодности. Задача оценки пригодности материала к производству представлена формулой

$$K = f(K_r, K_s) \rightarrow \text{optim},$$

где  $K$  – критерий пригодности материала в производстве и эксплуатации изделия;  $K_t$  – комплексный показатель технологической пригодности материала;  $K_э$  – комплексный показатель эксплуатационной пригодности материала.

Комплексный показатель технологической пригодности  $K_t$  материалов рассчитывается как среднее геометрическое значение коэффициентов:

$$K_t = \sqrt[3]{K_{з.п} K_\phi K_{п.д}},$$

где  $K_{з.п}$  – коэффициент запаса прочности при растяжении;  $K_\phi$  – коэффициент формоустойчивости;  $K_{п.д}$  – коэффициент сохранения прочности после деформации образца.

Для определения способности материалов к формованию рассчитывают коэффициенты запаса прочности и формоустойчивости, а также коэффициент сохранения прочности после деформации образца:

$$K_{з.п} \geq 1,5\varepsilon_p;$$

$$K_\phi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{общ}};$$

$$K_{п.д} = \frac{P_i}{P},$$

где  $\varepsilon_p$  – относительное удлинение при разрыве, %;  $\varepsilon_{общ}$  – заданная деформация при формовании, %;  $\varepsilon_{ост}$  – относительная остаточная деформация, %;  $P_i$  – разрывная нагрузка материала после его предварительного деформирования на заданную величину, Н;  $P$  – разрывная нагрузка контрольного образца, не подверженного предварительному деформированию, Н.

Коэффициент запаса прочности позволит на стадии подготовки производства оценить способность материала выдерживать предельную величину деформирования в процессе формования без разрушения материала.

Коэффициент формоустойчивости позволит на этапе подготовки производства установить способность выбранного материала сохранять приданную форму в изделии.

Коэффициент сохранения прочности служит показателем, который характеризует степень изменения прочностных свойств материалов после формования.

Определение коэффициента сохранения прочности при двухосном растяжении проводят на запатентованном устройстве «Устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением» [1].

Комплексный показатель эксплуатационной пригодности  $K_э$  рассчитывается по формуле

$$K_э = \sqrt{TK_{п.э}},$$

где  $T$  – коэффициент наличия трещин,  $T = \frac{q}{q_{баз}}$ ;  $q_{баз}$  – значение показателя наличия трещин контрольного образца, принимаемое равным 4, как наилучшее значение;  $q$  – значение показателя наличия трещин образца;  $K_{п.э}$  – коэффициент сохранения

прочности после эксплуатационных воздействий,  $K_{п.э} = \frac{P}{P_k}$ ;  $P$  – разрывная нагрузка

образца после многоциклового нагружения,  $H$ ;  $P_k$  – разрывная нагрузка контрольных образцов,  $H$ .

Критерий  $K$  принимает оптимальное значение, если оба комплексных показателя будут больше или равны 0,8. Однако чаще всего комплексные показатели для ИК имеют меньшие значения, чем оптимальное. Поэтому для оптимизации критерия предложено сделать уступку в отношении комплексного показателя технологической пригодности материала  $K_t$ , который должен быть не ниже 0,63. Последний можно повысить в процессе изготовления обуви за счет оптимизации технологических операций формования заготовки верха.

Для анализа полученных результатов сопоставляем значения комплексного показателя технологической пригодности с безразмерной шкалой оценки: 0,00–0,63 – «плохо»; 0,63–0,80 – «удовлетворительно» и 0,80–1,00 – «хорошо», основываясь на данных, полученных и опубликованных в работах А. Н. Буркина [2], [3]. В таблице представлены результаты полученных значений комплексного показателя  $K$  для исследуемых ИК.

#### Значение комплексного показателя $K$ для исследуемых искусственных кож

Наименование материала	Одноосное растяжение		Двухосное растяжение
	В	П	
NUBUK 231	0,56	0,61	0,66
NUBUK-517	0,65	0,68	0,00
NUBUK-605	0,27	0,46	0,50
Met lack бордо	0,66	0,68	0,74
Met lack т-синий	0,48	0,57	0,57
Экокожа	0,67	0,72	0,68
Однослойная ИК коричневая, арт. M1042-36	0,74	0,60	0,90
Однослойная ИК серая, арт. M1042-26	0,72	0,72	0,65
Двухслойная ИК, арт. Hongxin 11022-16	0,63	0,64	0,69

Анализируя полученные значения комплексного показателя  $K$  для исследуемых образцов искусственных кож в продольном направлении при одноосном растяжении, можно сделать следующие выводы:

– трехслойные искусственные кожи «NUBUK 231», «NUBUK 517» и «NUBUK 605» обладают удовлетворительными технологическими свойствами и недостаточными эксплуатационными свойствами;

– трехслойные искусственные кожи «Met lack т-синий» и «Met lack бордо» попадают в разные градации качества. ИК «Met lack бордо» имеет более высокие значения коэффициентов технологической и эксплуатационной пригодности. Это может быть связано с более высокой степенью проникновения полимерного слоя в текстильную структуру;

– однослойные искусственные кожи, имеющие одинаковую структуру, попадают в градацию качества удовлетворительно и могут быть предложены для производства обуви с уточненными режимами формования;

– значения коэффициента технологической пригодности искусственной кожи «Экокожа» и «Двухслойная ИК арт. Hongxin 11022-16» попадают в градацию качества неудовлетворительно, однако данные материалы имеют высокие значения коэффициента эксплуатационной пригодности. Поэтому их целесообразно применять в производстве обуви, но требуется уточнить режимы формования.

Изменения значений комплексного показателя  $K$  в поперечном направлении говорит об анизотропии свойств исследуемых материалов. Целесообразно выкраивать материалы в том направлении, где значение комплексного показателя максимально.

Анализируя полученные значения комплексного показателя  $K$  при двухосном растяжении, можно заметить более высокие значения показателя по сравнению с одноосным растяжением. Это связано со сложностью структурных изменений при деформировании. Данные ИК, кроме «NUBUK 517», можно использовать в производстве обуви для заготовок верха с преобладающей двухосной деформацией.

#### Л и т е р а т у р а

1. Устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением : полез. модель ВУ11705 / А. Н. Буркин [и др.]. – Оpubл. 01.03.2018.
2. Буркин, А. Н. Оптимизация технологического процесса формования верха обуви / А. Н. Буркин. – Витебск : ВГТУ, 2007. – 220 с.
3. Буркин, А. Н. Формоустойчивость обуви : монография / А. Н. Буркин, Е. А. Шеремет. – Витебск : ВГТУ, 2017. – 340 с.

### **КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ ТВЕРДЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ $\text{Ni-V}_2\text{O}_5$ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**В. В. Ракович**

*Учреждение образования «Университет гражданской защиты  
МЧС Республики Беларусь», г. Минск*

Научный руководитель О. В. Рева

Одним из эффективных методов предотвращения интенсивной коррозии и механического износа деталей аварийно-спасательного оборудования является нанесение защитных гальванопокрытий из композитов на основе никеля, обладающих высокой твердостью, жаропрочностью, износо- и коррозионной стойкостью [1]–[3]. Электрохимический синтез композиционных покрытий позволяет в широких пределах регулировать их химический и фазовый состав, размеры зерен и плотность их упаковки. Стандартным недостатком электрохимического метода получения микро- и нанокомпозитов является низкая скорость их кристаллизации (8–12 мкм/ч), так что конкурирующими становятся процессы неполного восстановления ионов металлов с формированием оксидов, гидроксидов и солей, пассивирующих поверхность изделия. Для никеля и его сплавов характерно также наводороживание, приводящее к хрупкости и растрескиванию покрытий [1]–[3]. Данные недостатки могут быть устранены за счет разработки новых электролитов никелирования нетрадиционного комплексного состава [4], позволяющих осаждать покрытия с высокой скоростью, что исключает образование продуктов неполного восстановления.

Цель данной работы – синтез и исследование свойств композиционных никелевых гальванопокрытий из высокоскоростного кремнефтористого электролита, содержащего частицы оксида ванадия с размерами 3–7 мкм.